动 物 学 研 究 2014，Dec. 35（S1）: 189−192 CN 53-1229/Q ISSN 2095-8137
Zoological Research DOI:10.11813/j.issn.2095-8137.2014.s1.0189

云南碧塔海保护区越冬黑颈鹤地下植物性食物生物量和营养成分分析

刘 强[1,*]，蒋 垚[1]，蒋文静[1]，刘朝蓬[1]，余红忠[2]

1. 西南林业大学/国家高原湿地研究中心，云南 昆明 650224
2. 云南省香格里拉县林业局，云南 香格里拉 674400

摘要：碧塔海湿地是黑颈鹤（*Grus nigricollis*）中部越冬种群的重要越冬地，也是目前保存最好、人为干扰最小的黑颈鹤越冬栖息地。食物是影响黑颈鹤生存的决定因素，弄清楚其食谱组成以及食物的营养成分对了解黑颈鹤的生态需求以及制定保护措施具有十分重要的意义。该研究采用样方法和营养成分分析法，对云南香格里拉县碧塔海湿地黑颈鹤地下食物的生物量进行了定量研究并对其营养成分进行了测定。结果共发现 10 种具有地下膨大或幼嫩根茎的植物，总生物量为 926.30 g/m^2，其中矮地榆（*Sanguisorba filiformis*）和华扁穗草（*Blysmus sinocompressus*）是主要组成部分，分别占总生物量的 47.75%和 19.69%。矮地榆的粗蛋白和粗脂肪均高于华扁穗草，而且粗纤维含量更低，因此更可能是黑颈偏爱的食物。该研究补充了碧塔海黑颈鹤食物的基础资料，为今后碧塔海黑颈鹤的保护和湿地监测和恢复工作提供了参考。

关键词：黑颈鹤；地下食物；生物量；营养成分分析；碧塔海
中图分类号：Q959.7；Q958.1 **文献标志码**：A **文章编号**：2095-8137-(2014)s1-0189-04

Underground plant food nutrients and biomass of Black-necked Cranes （*Grus nigricollis*） wintering at Bitahai Nature Reserve, Yunnan, China

Qiang LIU [1,*], Yao JIANG [1], Wen-Jing JIANG, Zhao-Peng LIU, Hong-Zhong YU[2]

1. *National Plateau Wetlands Research Center*, *Southwest Forestry University*, *Kunming*, *Yunnan* 650224, *China*
2. *Forestry Bureau of Shangri-la*, *Shangri-la*, *Yunnan* 674400, *China*

Abstract: The Bitahai wetland is one of the most important wintering sites of the Black-necked Crane (*Grus nigricollis*) because of little human disturbance and good habitat. Food is the determinant factor that influences the long term survival of Black-necked Cranes. To understand the ecological requirements of this bird and then make matching conservation measures, it is important to figure out their feeding habits and the food nutritional components. We used the standard quadrat method to employ underground food composition and biomass. Then we analyzed the nutritional components of each food using the standard method. We found 10 plant species with rhizome or tubers that could be the food of Black-necked Cranes and the total biomass was 926.30 g/m^2. *Sanguisorba filiformis* and *Blysmus sinocompressus* were the key food plants and accounted for 47.75% and 19.96% of the total biomass, respectively. *Sanguisorba filiformis* included more crude protein and crude fat, and less crude fiber, therefore the Black-necked Crane may prefer the *Sanguisorba filiformis* rather than *Blysmus sinocompressus*. We provided the basic information of underground food items and food nutritional components on Black-necked Cranes at the Bitahai wetland, and the information has been useful for the conservation of endangered Black-necked Cranes.

Keywords: Black-necked Cranes; Underground food; Biomass; Nutritional components; Bitahai Wetland

确定动物的食物多度以及食物的营养成分，从而了解食物的重要性以及动物对营养物质的需求，并以此为依据制定科学有效的栖息地保护策略，有效地保护和恢复其食物源，对于濒危动物的保护具有重要意义（Shi & Zheng，2000；Chang et al，1998；Zhang et al，2013）。

收稿日期：2014-09-01；接受日期：2014-11-28
基金项目： 遗传资源与进化国家重点实验室开放课题（GREKF12-13）
*通信作者（Corresponding author），E-mail: cranelover@gmail.com

黑颈鹤（*Grus nigricollis*）为杂食性鸟类，主要以植物的地下膨大根茎为食，也取食部分动物性食物，如蛙类、鱼类、水生昆虫及其幼虫等（Li & Li，2005）。在冬季由于植物的地上部分已经干枯，一些植物的地下根茎便成为了黑颈鹤的主要食物。这些植物的地下根茎发达，膨大部分富含淀粉等营养物质，加之这些部位比较幼嫩，适口性较好，黑颈鹤在越冬期基本采食这类的植物（Li et al，1997；Lei et al，2006）。

碧塔海湿地是黑颈鹤中部越冬种群的重要分布地，每年来此越冬的黑颈鹤约 30 余只，生境以湖滨和沟谷沼泽为主，保存较为完好（Yang & Li，2010）。而邻近的黑颈鹤栖息地，如纳帕海湿地则破坏严重，亟需采取恢复措施以恢复天然湿地植被，其中恢复黑颈鹤的食源植物更成为重中之重（Liu，2010）。本研究以碧塔海吉利古湿地为研究地点，旨在通过分析黑颈鹤食物多度以及营养成分，来确定不同的湿地植物对于黑颈鹤营养需求的重要性，从而为当地湿地保护以及周边退化湿地的植被恢复工作提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究地点概况

云南碧塔海省级自然保护区位于云南省迪庆藏族自治州香格里拉县境内，地理位置 N27º46′~27º57′, E 99º54′~100º08′，距县城 25 km 左右。保护区地处横断山脉上部的高原面上，属青藏高原向云南高原的过渡地带。保护区内的最高海拔为 4 159 m，最低海拔 2 380 m，总面积 141.33 km²。碧塔海湖面海拔 3 538 m，是云南省海拔最高的湖泊。保护区主要为暗针叶林，在沟谷地带和湖周分布着大面积的沼泽和沼泽化草甸，从而为黑颈鹤提供了优良的越冬栖息地（Yang & Li，2010）。

1.2 研究方法

1.2.1 食物种类确定

2011 年 7 月在碧塔海湿地采集湿地植物整株，对新鲜植株拍照并制取干制标本，作为冬季鉴定植物的依据。

2011 年 11 月，通过观察黑颈鹤刨食坑的残留食物以及粪便残迹确定其取食植物种类。

1.2.2 植物取样

采用样方法进行。具体步骤为首先确定主要的湿地斑块，然后在各斑块中均匀设定样方。在每个大样方中按四角和对角线取 5 个小样方，每个小样方的长、宽、深均为 20 cm （Chu & Zheng，1993；Fang et al，2009）。共设置 10 m×10 m 大样方 22 个，小样方 110 个。在挖取整个土块中，分拣其中的黑颈鹤食物部分。样品放置在开放塑料袋中并定时补水以保持其鲜活。

1.2.3 营养成分测定

采用概略养分测定法测定食物的营养成分，具体指标包括水分、粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、粗灰分和无氮浸出物（Zhang，2006）。每个样本各项指标均作平行样测定，重复 2 次，同时设置空白对照，保证数据间偏差在允许范围内，取平均值作为该指标测定结果。

2 结 果

2.1 食物组成和生物量

共采集到湿地植物 75 种，隶属于 30 科 53 属。其中 10 种被鉴定为黑颈鹤的越冬期食物，分属 8 目 8 科（表 1）。其中玄参科植物 3 种，包括管花马先蒿（*Pedicularis siphonantha*）、长花马先蒿（*Pedicularis longiflora*）、二歧马先蒿（*Pedicularis dichotoma*），占植物种类的 30%；其他科的植物均只有一个种，其所占比例均为 10%。从生物量来看，研究区域每平米的总生物量为 926.30 g，可供黑颈鹤采食的植物种类以矮地榆（*Sanguisorba filiformis*）和华扁穗草（*Blysmus sinocompressus*）为主。其中矮地榆的生物量为 442.32 g/m^2，占总生物量的 47.75%；华扁穗草的生物量为 182.40 g/m^2，占总生物量的 19.69%。其他食物种类占总生物量的比例均在 10%以下（表 2）。

表 1 碧塔海湿地越冬黑颈鹤的食物名录

Table 1 Food items of wintering Black-necked Cranes at Bitahai Wetland

目 Order	科 Family	属 Genus	种 Species
蓼目 Polygonales	蓼科 Polygonaceae	蓼属 *Polygonum*	圆穗蓼 *Polygonum macrophyllum*
玄参目 Scrophulariales	玄参科 Scrophulariaceae	马先蒿属 *Pedicularis*	管花马先蒿 *Pedicularis siphonantha*
			长花马先蒿 *Pedicularis longiflora*
			二歧马先蒿 *Pedicularis dichotoma*
唇形目 Lamiales	唇形科 Labiatae	糙苏属 *Phlomis*	深紫糙苏 *Phlomis atropurpurea*
伞形目 Apiales	伞形科 Umbelliferae	水芹属 *Oenanthe*	紫茎小芹 *Sinocarum coloratum*
莎草目 Cyperales	莎草科 Cyperaceae	扁穗草属 *Blysmus*	华扁穗草 *Blysmus sinocompressus*
蔷薇目 Rosales	蔷薇科 Rosaceae	地榆属 *Sanguisorba*	矮地榆 *Sanguisorba filiformis*
杜鹃花目 Ericales	报春花科 Primulaceae	报春花属 *Prlmula*	海仙报春 *Primula wilsonii*
龙胆目 Gentianales	龙胆科 Gentianaceae	扁蕾属 *Gentianopsis*	扁蕾 *Gentianopsis barbata*

表 2　碧塔海湿地越冬黑颈鹤植物性食物地下部分干物质总重量和生物量

Table 2　Total dry matters weight and biomass of the underground food of wintering Black-necked Cranes at Bitahai Wetland

物种 Species	干物质总重量 Dry matter weight (g)	占总重比例 Of total weight (%)	生物量 Biomass (g/m^2)
矮地榆 *Sanguisorba filiformis*	1946.21	47.75	442.32
华扁穗草 *Blysmus sinocompressus*	802.57	19.69	182.40
管花马先蒿 *Pedicularis siphonantha*	341.74	8.38	77.67
圆穗蓼 *Polygonum macrophyllum*	263.75	6.47	59.94
长花马先蒿 *Pedicularis longiflora*	214.75	5.27	48.81
海仙报春 *Primula wilsonii*	191.21	4.69	43.46
扁蕾 *Gentianopsis barbata*	115.77	2.84	26.31
深紫糙苏 *Phlomis atropurpurea*	100.8	2.47	22.91
二歧马先蒿 *Pedicularis dichotoma*	55.73	1.37	12.67
紫茎小芹 *Sinocarum coloratum*	43.18	1.06	9.81

2.2　营养成分

通过对黑颈鹤冬季食物营养成分的分析，分别测得各种可食植物的水分、灰分、粗脂肪、粗蛋白、粗纤维等指标的含量（表 3）。结果表明：粗蛋白含量二歧马先蒿的最高，为 12.59%；深紫糙苏（*Phlomis atropurpurea*）最低，仅为 4.93%。粗脂肪含量海仙报春（*Primula wilsonii*）最高，为 14.28%；深紫糙苏最低,为 7.49%。粗纤维含量华扁穗草最高，为 25.95%；矮地榆最低，为 13.47%。灰分含量深紫糙苏最高，为 10.3%；紫茎小芹（*Sinocarum coloratum*）最低，为 5.52%。无氮浸出物矮地榆含量最高，为 56.15%；华扁穗草最低，为 45.82%。

表 3　越冬黑颈鹤植物性食物地下部分营养成分

Table 3　Underground food nutrient contents of the wintering Black-necked Cranes at Bitahai Wetland

物种 Species	营养成分 Nutrient contents （%）					
	水分 Water content	粗蛋白 Crude protein	粗脂肪 Crude fat	粗纤维 Crude fiber	灰分 Ash content	无氮浸出物 Nitrogen free extract
圆穗蓼 *Polygonum macrophyllum*	6.89	5.72	9.94	15.8	8.8	52.85
华扁穗草 *Blysmus sinocompressus*	6.62	5.69	9.16	25.95	6.76	45.82
矮地榆 *Sanguisorba filiformis*	6.3	7.08	9.99	13.47	7	56.15
长花马先蒿 *Pedicularis longiflora*	7.15	7.39	11.05	18.87	6.8	48.74
深紫糙苏 *Phlomis atropurpurea*	6.59	4.93	7.49	–	10.3	–
紫茎小芹 *Sinocarum coloratum*	3.2	7.5	9.56	–	5.52	–
扁蕾 *Gentianopsis barbata*	8.92	6.27	12.06	–	8.72	–
海仙报春 *Primula wilsonii*	7.62	10.93	14.28	–	–	–
二歧马先蒿 *Pedicularis dichotoma*	5.89	12.59	8.64	–	–	–
管花马先蒿 *Pedicularis siphonantha*	5.57	–	11.05	–	–	–

“–”表中缺失数据，系因实验样本过少无法得出。“–” means lacking data for limited sample size.

3　讨　论

黑颈鹤为杂食性鸟类，但以植物性食物为主。据 Li et al（1997）报道，在贵州草海越冬的黑颈鹤主要取食植物的地下块茎，种类以莎草科植物为主，包括藨草（*Scirpus triqueter*）、荆三棱（*Scirpus yagara*）、水葱（*Scirpus validus*）、水毛花（*Scirpus triangulatus*）等。而本研究发现碧塔海地区有膨大地下根茎的植物主要为蔷薇科的矮地榆、莎草科的华扁穗草等，取食的种类完全不同。这说明不同的越冬地由于植被差异，黑颈鹤取食的植物种类也会有较大区别。

食物营养可以直接影响动物的生存、繁殖、抗病

能力和寿命，因此动物在长期的进化过程中也形成了一些取食策略，如最大程度地摄取食物中的能量（Emlen, 1966；Schoener, 1971）、减少或回避高纤维食物（Milton, 1979）、平衡营养物质等（Raubenheimer & Simpson， 2004；Zhang et al，2013）。无氮浸出物、粗脂肪是鹤类的主要供能物质，而鹤对粗纤维几乎没有消化能力（Ma & Li，2002）。在碧塔海，从生物量上来看，矮地榆和华扁穗草的生物量均较高，但比较这两种食物发现，矮地榆粗蛋白、粗脂肪和无氮浸出物均较高，而鹤类不能消化的粗纤维含量较低；相反，华扁穗草的粗纤维含量高达 25.95%，其他营养物质含量均低于矮地榆，因此矮地榆更可能是黑颈鹤取食的主要种类。另外，紫茎小芹虽然总生物量较低，但各有效营养物质含量均较高，粗纤维含量极低，再加之紫茎小芹大多生长在离地表比较近的地下，通常拨开地表的薄层土壤或者扒开地表的苔藓就能见到，很容易获得，也可能是黑颈鹤偏爱的食物之一。

综合生物量、营养物质含量、可获得性等因素来评价，从黑颈鹤的食源来说，比较重要的植物依次为矮地榆、华扁穗草以及马先蒿属植物。在今后的湿地监测以及退化湿地恢复工作中应重点关注这几种植物。

参考文献：

Chang JC, Ma JS, Lu CH. 1998. Ornithology. Harbin: Northeast Forestry University Press. [常家传, 马金生, 鲁长虎. 1998. 鸟类学. 哈尔滨: 东北林业大学出版社.]

Chu GZ, Zheng GM. 1993. Sample method of bird habitat research. *Chinese Journal of Zoology,* **28**(6): 47-52. [楚国忠, 郑光美. 1993. 鸟类栖息地研究的取样调查方法. 动物学杂志, **28**(6): 47-52.]

Emlen JM. 1966. The role of time and energy in food preference. *American Naturalist,* **100**(916): 611-617.

Fang JY, Wang XP, Shen ZH, Tang ZY, He JS, Yu D, Jiang Y, Wang ZH, Zheng CY, Zhu JL, Guo ZD. 2006. Methods and protocols for plant community inventory. *Biodiversity Science,* **17**(6): 533-548. [方精云, 王襄平, 沈泽昊, 唐志尧, 贺金生, 于丹, 江源, 王志恒, 郑成洋, 朱江玲, 郭兆迪. 2006. 植物群落清查的主要内容、方法和技术规范. 生物多样性, **17**(6): 533-548.]

Lei FM, Lu TC. 2006. China Endemic Birds. Beijing: Science Press. [雷富民, 卢汰春. 2006. 中国鸟类特有种. 北京: 科学出版社.]

Li FS, Nie H, Ye CH. 1997. Microscopic analysis on herbivorous diets of wintering Black-Necked Cranes at Caohai China. *Zoological Research,* **18**(1): 51-57. [李凤山, 聂卉, 叶长虹. 1997. 黑颈鹤越冬期间植物性食物的显微分析. 动物学研究, **18**(1): 51-57.]

Li ZM, Li FS. 2005. Research on the Black-necked Crane. Shanghai: Shanghai Science and Technology Education Press. [李筑眉, 李凤山. 2005. 黑颈鹤研究. 上海: 上海科技教育出版社.]

Liu Q. 2010. Spatial Ecology of Black-necked Cranes (*Grus nigricollis*) wintering at Napahai. Ph. D. thesis, Chinese Academy of Sciences, Beijing. [刘强. 2010. 纳帕海越冬黑颈鹤(*Grus nigricollis*)空间生态学研究. 博士学位论文, 中国科学院研究生院, 北京.]

Ma YQ, Li XM. 2002. Research on the Red-crowned Crane. Shanghai: Education Press of Shanghai Science and Technology. [马逸清, 李晓民. 2002. 丹顶鹤研究. 上海: 上海科技教育出版社.]

Milton K. 1979. Factors influencing leaf choice by howler monkeys: a test of some hypotheses of food selection by generalist herbivores. *American Naturalist,* **114**(3): 362-378.

Raubenheimer D, Simpson SJ. 2004. Organismal stoichiometry: quantifying non-independence among food components. *Ecology,* **85**(5): 1203-1216.

Schoener TW. 1971. Theory of feeding strategies. *Annual Review of Ecology and Systematics,* **2**(1): 369-404.

Shi HT, Zheng GM. 2000. A study on food nutritions of Temminck's Tragopan. *Journal of Beijing Normal University: Natural Science*, **36**(3): 379-384. [史海涛, 郑光美. 2000. 红腹角雉食物营养成分分析. 北京师范大学学报: 自然科学版, **36**(3): 379-384.]

Yang L, Li H. 2010. Wetlands of Yunnan. Beijing: China Forestry Press. [杨岚, 李恒. 2010. 云南湿地. 北京: 中国林业出版社.]

Zhang LY. 2006. Feed Analysis and Quality Detection Technology. Beijing: China Agricultural University Press. [张丽英. 2006. 饲料分析及饲料质量检测技术. 北京: 中国农业大学出版社.]

Zhang YJ, Wang SJ, Guo AW, Chen FF, Cui LW, Xiao W. 2013. Spring food selection by *Rhinopithecus bieti* at Mt. Lasha in relation to phytochemical components. *Zoological Research,* **34**(3): 152-159. [张颖俊, 王双金, 郭爱伟, 陈粉粉, 崔亮伟, 肖文. 2013. 拉沙山黑白仰鼻猴春季食物化学成分及其对食物选择的影响. 动物学研究, **34**(3): 152-159.]